

u1
A/ST2
9/14/02

3/4/02



Prof. Dr. Jürgen Schmid

„Die Verbraucher haben oft keine Ahnung, ob der Strom gerade knapp ist. Der Strompreis sollte sich in Abhängigkeit von der Netzbelastung kurzfristig ändern.“

Das Stromnetz wird intelligent

Die fossil befeuerten Kraftwerke durch umweltfreundliche, auf erneuerbaren Energieträgern basierende zu ersetzen, ist leichter gesagt als getan. Das geht einher mit einer Umstellung von zentraler auf dezentrale Energieerzeugung – einer völligen Revolution des Stromnetzes und -marktes. Wie dieser Weg verlaufen könnte, ist Gegenstand des kürzlich gestarteten europäischen Forschungsprojekts „Dispover“.

Schon heute laufen in Deutschland Windkraftwerke mit einer Gesamtnennleistung von fast 9 Gigawatt. Damit tragen sie mit mehr als 3 Prozent zur Stromerzeugung bei. Wenn sie weiterhin so schnell zulegen wie jetzt, werden sie im Jahr 2012 rund 10 Prozent abdecken. Zunehmend werden auch kleine Blockheizkraftwerke in Häusern installiert. Sie arbeiten „wärmegeführt“,

Ein Problem haben diese neuen Energiequellen: Wieviel sie ins Netz einspeisen, hängt stark vom Wetter ab. Genau das ist bisher der Punkt, an dem sich die Energieversorger stoßen. Die Schwankungen zwischen Stromangebot und -nachfrage, derzeit durch die Regelung von konventionellen Kraftwerken und durch Pumpspeicherwerke aufgefangen, werden mit den zusätzlichen, stark fluktuierenden Quellen noch weitaus größer. Je mehr davon kommen, um so aufwendiger wird der Ausgleich.

EU-Ländern. Die Koordination liegt bei den Kasselern, Leiter ist ISET-Chef Prof. Dr. Jürgen Schmid, Co-Leiter Dr. Tim Meyer vom ISE. Offizieller Starttermin war ein Symposium am 17./18. Januar 2002, angelegt ist „Dispover“ auf vier Jahre. Von dem Gesamtbudget in Höhe von 17 Mio. Euro wird die eine Hälfte von der Europäischen Kommission finanziert, die andere von den Partnern selbst.

Stündlich wechselnder Stromtarif

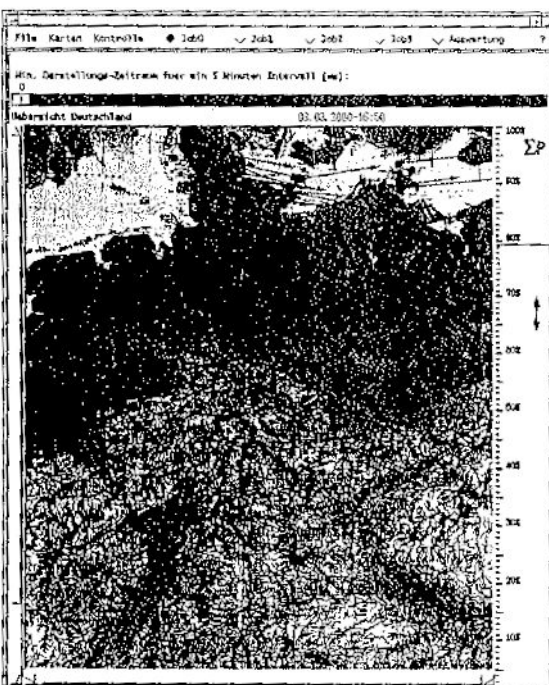
Weil sich elektrische Energie nur mit hohem Aufwand speichern lässt, sollte sie möglichst dann verbraucht werden, wenn sie angeboten wird. Um keine Ressourcen zu verschwenden, planen die EVUs den Bedarf des jeweils kommenden Tages genau voraus. Sie berücksichtigen dabei sogar die Attraktivität des Fernsehprogramms. Dank langjähriger Erfahrung sind die Prognosen heute relativ präzise.

Mit zunehmendem Anteil an regenerativen Einspeisern spielt das Wetter jetzt immer stärker in die Erzeugungsplanung hinein. Deshalb benötigen die EVUs zuverlässige Prognosemodelle zur Abschätzung der in den nächsten Tagen zu erwartenden „Ernte“. ISET-Forscher haben in Zusammenarbeit mit EON ein Rechenmodell entwickelt, aus dem sich die von Windkraftanlagen erzeugte und ins Netz eingespeiste Energie aus den Windprognosen des Deutschen Wetterdienstes für Stunden und Tage im voraus ermitteln lässt.

Die Zukunftsvision von „Dispover“ ist ein total liberalisierter Strommarkt mit kurzfristig (z.B. stündlich) variablem Strompreis, der aus dem momentanen Verhältnis von Angebot und Nachfrage resultiert und allen Netzteilnehmern (Einspeisern und Abnehmern) ständig mitgeteilt wird. So kann jeder entscheiden, ob er jetzt gerade Strom bezieht oder einspeist. Bei Überangebot, also niedrigem Strompreis, ist Gelegenheit, starke Verbraucher einzuschalten, die nicht zu einem festen Zeitpunkt laufen müssen (etwa Waschmaschinen, Spülmaschinen, Speicherheizungen usw.);

Spätestens seit Verabschiedung des Energie-Einspeisegesetzes (EEG) wissen die EVUs aber, dass sie eine breite Einführung der erneuerbaren Energiequellen nicht mehr aufhalten können. So haben sie die Flucht nach vorn angetreten. Ihre einstigen Vorbehalte sind deutlichem Interesse gewichen, und sie suchen nach praktikablen Lösungen, um mit stark schwankender Einspeisung aus vielen dezentralen Quellen fertig zu werden. Ein einzelnes EVU wäre damit überfordert. Weil hier weitgehend technisches Neuland betreten wird, muss eine breit angelegte Grundlagenforschung vorausgehen. Zu berücksichtigen ist dabei, dass das europaweite Stromnetz immer fester zusammenwächst; ein nationaler Alleingang hätte wenig Sinn. So muss die Kernfrage – wie sich regenerative Energiequellen in großem Umfang in das Stromnetz integrieren lassen, ohne dass die Versorgungsqualität leidet – auf EU-Ebene angegangen werden.

Zwei renommierte deutsche Forschungsinstitute hatten hierzu unabhängig voneinander Konzepte entwickelt und der Europäischen Kommission vorgelegt: das ISET (Institut für Solare Energieversorgungstechnik e. V.) an der Universität Kassel und das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg. Beide wurden gleichermaßen für erfolversprechend befunden; von Brüssel kam die Empfehlung zurück, sie am besten zusammenzulegen. Ergebnis ist jetzt das Projekt „Dispover“ (Distributed Power Generation with High Penetration of Renewable Energy Sources) mit 37 Partnern aus Forschung, Industrie und Energieversorgern in fast allen



Die Windverteilung wird ständig gemessen. In Verbindung mit den Wetterprognosen lässt sich daraus die zu erwartende „Ernte“ an Windstrom berechnen. (Bild: ISET)

d.h., sie produzieren um so mehr Strom, je größer der Heizbedarf im Haus ist – also abhängig von der Außentemperatur. Bisher sind das Dieselgeneratoren; in Zukunft werden sie auch mit Brennstoffzellen arbeiten, die anteilmäßig mehr elektrische und weniger thermische Energie liefern. Als Option der fernen Zukunft gilt die Photovoltaik. Wegen ihrer hohen Kosten ist ihr Beitrag im Moment noch verschwindend, aber das wird sich ändern. Bei einem stetigen Wachstum von 30 Prozent pro Jahr kann sie in zehn bis zwanzig Jahren auch einen merklichen Anteil stellen.

gleichzeitig wird man relativ teuer erzeugende Einspeiser drosseln. Bei Knappheit, also hohem Strompreis, schaltet man diese Verbraucher nach Möglichkeit aus, dafür rentiert sich jetzt die Einspeisung auch aus teureren Quellen. Man braucht dann ein Display im Hause, etwa am Stromzähler, an dem man den momentanen Preis ablesen und die entsprechenden Entscheidungen treffen kann. In einem ersten, lokal begrenzten Versuch hat es so etwas in den Jahren 1994 bis 1996 schon gegeben: in Eckernförde in Schleswig-Holstein. Das Ergebnis waren spürbare Lastverschiebungen aus den Hochlast- in die Schwachlastzeiten – sehr im Interesse der EVUs.

Das Einschalten der Verbraucher könnte man auch automatisieren: z.B. bei einem mit dicker Isolation thermisch „gepufferten“ Kühlschrank, der mit einem Kommunikationssystem ausgestattet wird. Er würde regelmäßig den aktuellen Strompreis abfragen, seine Kälte reserve prüfen und seinen Kompressor nach Möglichkeit bei niedrigem Tarif einschalten; Zeiten mit hohem Tarif würde er weitgehend im Stillstand überdauern. Dazu Jürgen Schmid: „Die Verbraucher wissen heute überhaupt nicht, wie groß die Netzbelastung im Moment ist. Sie haben keine Ahnung, ob der Strom gerade knapp ist oder man ihn im Überschuss hat. Die Revolution wird werden, dass man die Situation transparent macht. Die Stromkosten werden dann nicht mehr statisch sein, sondern sich in Abhängigkeit von der Netzbelastung ändern. Wenn z.B. die Windgeneratoren kräftig einspeisen, dann wird ein Preis signal den Verbrauchern sagen, dass der Strom billig ist und dass sie jetzt mehr verbrauchen können. Wenn umgekehrt die Netzbelastung sehr hoch ist, z.B. bei Windstille, dann steigt der Preis, und dann kann sich jeder überlegen, ob er jetzt seine elektrische Heizung laufen lassen will oder besser ausschaltet.“

Wenig Erkenntnisse gibt es bisher darüber, wie die Verbraucher tatsächlich auf die Preissignale reagieren werden.

Strom fließt rückwärts

Zunächst sind aber die rein technischen Hürden zu nehmen. Und die sind erheblich. Denn die Struktur der Stromnetze stammt aus dem ausgehenden 19. Jahrhundert: zentrale, große Kraftwerke, zwar über ein Netz miteinander verknüpft, aber der Strom wird letztlich nur von oben nach unten verteilt. Eine Einspeisung am Ende der Kette auf der Niederspannungsebene ist völlig neu und nicht ohne Probleme. Aus Sicht der Energieerzeuger arbeiten die Windgeneratoren, Photovoltaik-Anlagen und Blockheizkraftwerke gegen die konventionellen Kraftwerke. Sie stellen „negative Lasten“ dar, die das bestehende System stören können.

Tim Meyer: „Die Netze sind heute für den Leistungsfluss in die eine Richtung ausgelegt. Wenn man jetzt hinten einspeist, dann steigt die Spannung auf einmal an. Dann könnte es passieren, dass irgendwelche Geräte Schaden nehmen. Die Netze heute sind nicht darauf optimiert, verteilte Erzeuger auf Niederspannungsebene im großen Stil aufzunehmen. Im Netzbau etwas zu tun, wäre sehr, sehr teuer. In sehr vielen Fällen ist es wirtschaftlich sinnvoller, nicht neue Kabel zu legen, sondern einfach besseres Management auf den Netzen zu betreiben – mit zusätzlichen intelligenten Steuerungen und Komponenten an der gezielt richtigen Stelle.“

Ein wesentlicher Schwerpunkt von „Dispower“ liegt jetzt in der Untersuchung, wie sich Stromnetze mit vielen dezentralen Einspeisern unter den verschiedensten Bedingungen verhalten. In den Labors werden deshalb Versuchsnetze aufgebaut, in denen man bei verschiedenen Konfigurationen alle nur denkbaren Szenarien durchspielt. Die Entwicklungsarbeiten betreffen dabei nicht nur neue Hardwarekomponenten; den weitaus größten Anteil wird die Erstellung der benötigten Software ausmachen. Zum einen braucht man geeignete Werkzeuge für die Bestimmung der erwarteten Einspeiseleistung, für die Messung der Energieflüsse und für die

Netzregelung selbst. Die verteilten Generatoren machen eine Kontrolle der Energieflüsse auch in einzelnen Netzsegmenten notwendig, um die Spannung überall zu stabilisieren und dabei auch die Blindleistung zu kompensieren. Das soll letztlich alles standardisiert werden. Zum anderem sind einheitliche

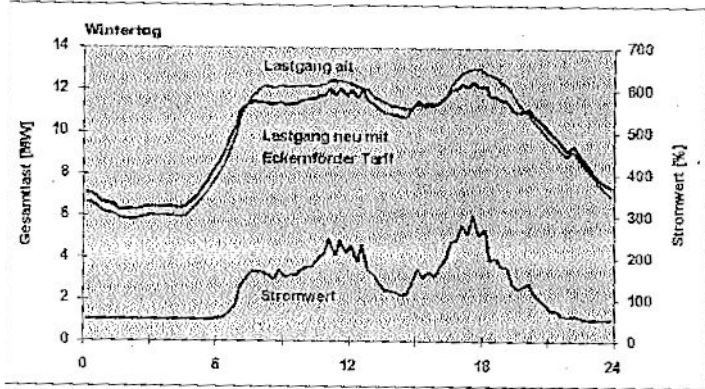


Bild: Forschungsgesellschaft für umweltschonende Energieumwandlung und -nutzung mbH.

Die Netzbelastung innerhalb von 14 Stunden. Graue Kurve: mit festem Strompreis; blaue Kurve: mit kurzzeitig variablem Strompreis.

Kommunikationsschnittstellen und -Kanäle für den Datenaustausch der Teilnehmer untereinander zu entwickeln. Denn die Kommunikation ist das A und O des ganzen Netzes. Jeder Teilnehmer – ob Anbieter, Verteiler oder Abnehmer von elektrischer Energie – muss zu jedem Zeitpunkt genau darüber informiert sein, wie das ständig schwankende Verhältnis von Angebot zu Nachfrage an elektrischer Energie gerade steht. Wenn das reibungslos funktioniert, dann wird man bei einer plötzlichen Windböe in einer Region ein Durchbrennen sämtlicher Glühlampen nicht befürchten müssen. *Helmuth Lemme/ro*

Leserbrief:

Betr.: „Aktiv gegen Oberwellen“, Heft 5/2002, Seite 90ff.

In dem o.a. Artikel werden „nichtlineare Lasten“ und „nichtohmsche Lasten“ in einen Topf geworfen und der Eindruck erweckt, der Oberwellenanteil und der Leistungsfaktor hängen irgendwie zusammen und beim Fehlen von Oberwellen sei der Leistungsfaktor 1. In Wirklichkeit haben diese beiden Dinge gar nichts miteinander zu tun! Dazu braucht man sich nur mal ein paar einfache Lasten vorzustellen. Der Strom durch eine Last, die nur aus Induktivitäten und Kapazitäten besteht, enthält keinerlei Oberwellen, dabei ist die aufgenommene Leistung eine reine Blindleistung (Leistungsfaktor 0). Andererseits hat der Strom durch eine Last, die nur aus einer Reihenschaltung von Diode und Widerstand besteht, sehr starke Oberwellen, aber es handelt sich um reine Wirkleistung (Leistungsfaktor 1). Oder anders gesagt: Um den Oberwellen-

anteil zu quantifizieren, benutzt man den Klirrfaktor, nicht den Leistungsfaktor; beide sind grundsätzlich unabhängig voneinander.

Sicherlich kann man bei den derzeit üblichen Schaltzettel-Designs beide Eigenschaften mit denselben Maßnahmen verbessern – aber das ist dann eher ein glückliches Zusammentreffen und darf nicht verallgemeinert werden. Das steht man auch daran, dass manche Netzteile mit PFC zwar einen fast ideal sinusförmigen Strom ziehen, dass aber der gemessene Leistungsfaktor dennoch deutlich unter 1 liegt. Zur Klarstellung: Man will bei elektrischen Verbrauchern natürlich sowohl einen oberwellenarmen Strom (aus EMV-Gründen) als auch einen Leistungsfaktor nahe 1 erreichen (letzteres liegt im Interesse der Elektrizitätswerke). Aber das sind zwei unterschiedliche Entwurfsziele. *Rolf Keller*